

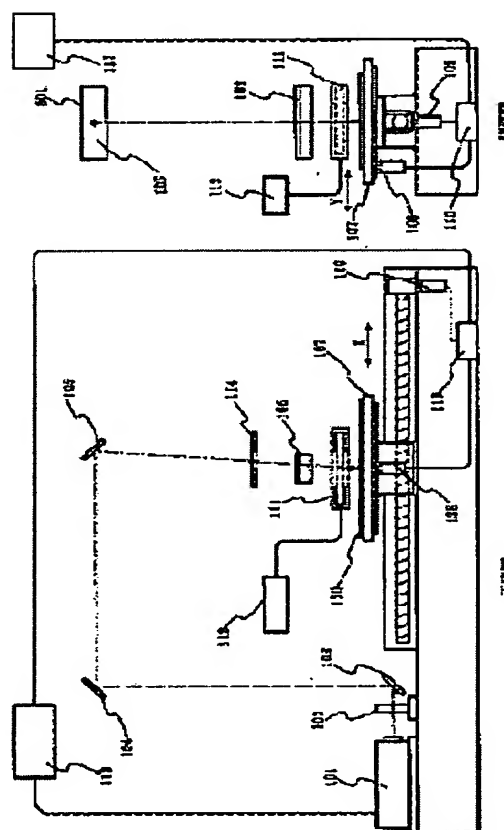
# SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

**Patent number:** JP2003142401  
**Publication date:** 2003-05-16  
**Inventor:** NAKAJIMA KAZUYA; SHIGA AIKO; TANAKA KOICHIRO; YAMAZAKI SHUNPEI  
**Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB  
**Classification:**  
**- international:** G02F1/1368; H01L21/20; H01L21/268; H01L21/336; H01L29/786; G02F1/13; H01L21/02; H01L29/66; (IPC1-7): H01L21/20; G02F1/1368; H01L21/268; H01L21/336; H01L29/786  
**- european:**  
**Application number:** JP20010333566 20011030  
**Priority number(s):** JP20010333566 20011030

Report a data error here

## Abstract of JP2003142401

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a technology by which the growth direction of a crystal can be controlled to stably form an oriented crystalline semiconductor film while reducing a mechanical load of a laser treatment device. **SOLUTION:** This manufacturing method is used to emit continuously oscillating laser light onto an amorphous semiconductor film formed on an insulation surface to form a crystalline semiconductor film thereon. In this case, the emitted laser light is within a range of a wavelength of 400 to 700 nm, and it is converged like a cross section of an oblong shape onto an irradiated surface through an optical system, and then the laser light is scanned in one direction at a speed of  $\geq 1$  cm/sec and  $< 20$  cm/sec to crystallize the amorphous semiconductor film, thus forming an area formed of a single crystal or single crystal group.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**Family list**

**1** family member for:

**JP2003142401**

Derived from 1 application.

**1 SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD**

Publication info: JP2003142401 A - 2003-05-16

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-142401

(P 2 0 0 3 - 1 4 2 4 0 1 A)

(43) 公開日 平成15年5月16日(2003.5.16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード (参考)

H01L 21/20

H01L 21/20

2H092

G02F 1/1368

G02F 1/1368

5F052

H01L 21/268

H01L 21/268

J 5F110

21/336

29/78

627

G

29/786

618

Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全16頁)

(21) 出願番号 特願2001-333566(P 2001-333566)

(22) 出願日 平成13年10月30日(2001.10.30)

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 中島 和哉

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 志賀 愛子

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 田中 幸一郎

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

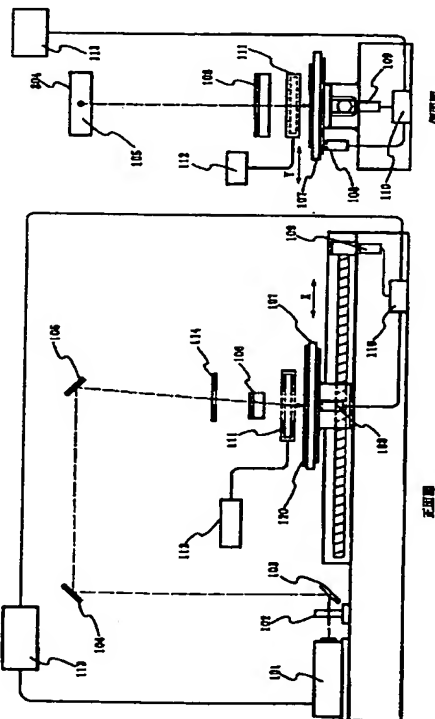
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置及びその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 結晶の成長方向を制御して配向の揃った結晶性半導体膜を形成すると共に、レーザー処理装置の機械的負荷を低減し、安定的に結晶性半導体膜を形成する技術を提供することを目的とする。

【解決手段】 絶縁表面上に非晶質半導体膜を形成した後、連続発振レーザー光を照射して結晶性半導体膜を形成するものであり、照射するレーザー光は、400～700nmの波長範囲であり、照射面において長楕円形の断面形状に光学系にて集光し、当該レーザー光を1cm/sec以上20cm/sec未満の速度で一方向に走査して結晶化させ、単結晶又は単結晶群からなる領域を形成する工程を有するものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】絶縁表面上に非晶質半導体膜を形成し、前記非晶質半導体膜に、照射面において長楕円形の断面形状に集光する 4 0 0 ~ 7 0 0 nm の波長範囲にある連続発振レーザー光を照射し、且つ、当該レーザー光を 1 cm/sec 以上 2 0 cm/sec 未満の速度で一方向に走査して結晶化させ、単結晶又は単結晶群からなる領域を形成する工程を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2】絶縁表面上に非晶質半導体膜を形成し、前記非晶質半導体膜に、照射面において長楕円形の断面形状に集光する 4 0 0 ~ 7 0 0 nm の波長範囲にある連続発振レーザー光を照射し、且つ、当該レーザー光を 1 cm/sec 以上 2 0 cm/sec 未満の速度で一方向に走査して、幅 4 0 0  $\mu$ m 以上の領域を単結晶又は単結晶群からなる領域とする工程を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3】絶縁表面上に非晶質半導体膜を形成し、レーザー発振装置から放射される発振波長 4 0 0 ~ 7 0 0 nm の連続発振レーザー光を照射面において長楕円形状となるように、シリンドリカルレンズにより一軸方向に集光し、当該レーザー光を前記非晶質半導体膜に照射して、且つ、1 cm/sec 以上 2 0 cm/sec 未満の速度で一方向に走査して、幅 4 0 0  $\mu$ m 以上の領域を単結晶又は単結晶群からなる領域とする工程を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4】絶縁表面上に非晶質半導体膜を形成し、前記非晶質半導体膜に金属元素を添加して、加熱処理により結晶化して結晶性半導体膜を形成し、前記結晶性半導体膜に、照射面において長楕円形の断面形状に集光する 4 0 0 ~ 7 0 0 nm の波長範囲にある連続発振レーザー光を照射し、且つ、当該レーザー光を 1 cm/sec 以上 2 0 cm/sec 未満の速度で一方向に走査して結晶化させ、単結晶又は単結晶群からなる領域を形成する工程を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 5】絶縁表面上に非晶質半導体膜を形成し、前記非晶質半導体膜に金属元素を添加して、加熱処理により結晶化して結晶性半導体膜を形成し、前記結晶性半導体膜に、照射面において長楕円形の断面形状に集光する 4 0 0 ~ 7 0 0 nm の波長範囲にある連続発振レーザー光を照射し、且つ、当該レーザー光を 1 cm/sec 以上 2 0 cm/sec 未満の速度で一方向に走査して、幅 4 0 0  $\mu$ m 以上の領域を単結晶又は単結晶群からなる領域とする工程を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 6】絶縁表面上に非晶質半導体膜を形成し、前記非晶質半導体膜に金属元素を添加して、加熱処理により結晶化して結晶性半導体膜を形成し、レーザー発振装置から放射される発振波長 4 0 0 ~ 7 0 0 nm の連続発振レーザー光を照射面において長楕円形状となるように、シリンドリカルレンズにより一軸方向に集光し、当該レーザー光を前記結晶性半導体膜に照射して、且つ、1 cm

/sec 以上 2 0 cm/sec 未満の速度で一方向に走査して、幅 4 0 0  $\mu$ m 以上の領域を単結晶又は単結晶群からなる領域とする工程を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 7】請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項において、前記レーザー発振装置は、YAG レーザー、YVO<sub>4</sub> レーザー、YLF レーザー、YAlO<sub>3</sub> レーザーから選ばれた一つであることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 8】絶縁表面上に形成され、電気的異方性を有する単結晶又は単結晶群から成る領域を有する結晶性半導体膜を有し、前記単結晶又は単結晶群から成る領域は 4 0 0  $\mu$ m 以上の幅をもって一軸方向に延在していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】絶縁表面上に形成され、電気的異方性を有する単結晶又は単結晶群から成る領域を有する結晶性半導体膜を有し、前記単結晶又は単結晶群から成る領域は 4 0 0  $\mu$ m 以上の幅をもって一軸方向に延在し、結晶粒界が前記一軸方向に延びていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 0】絶縁表面上に形成され、電気的異方性を有する単結晶又は単結晶群から成る領域を有する結晶性半導体膜を有し、前記単結晶又は単結晶群から成る領域は一軸方向に延在し、当該一軸方向とチャネル長方向とが同じであることを特徴とする半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザー光を用いた半導体装置の作製方法に関する。特に、非晶質半導体膜をレーザー光により結晶化又は結晶性を向上させる技術に関する。

## 【0 0 0 2】

【従来の技術】ガラスなどの基板上に形成した非晶質半導体膜を、レーザーアニールにより結晶化させる技術が TFT の製造技術の中に取り込まれている。ここで言うレーザーアニールとは、半導体基板又は半導体膜に形成された損傷層や非晶質層を再結晶化する技術、又は基板上に形成された非晶質半導体膜を結晶化させる技術、又は結晶構造を有する半導体膜（結晶質半導体膜）の結晶性を向上させる技術を指している。レーザーアニール技術に使われるレーザー発振装置は、エキシマレーザーに代表される気体レーザーや、YAG レーザーに代表される固体レーザーが通常用いられている。

【0 0 0 3】従来のレーザーアニール法の一例は特開平 2 - 1 8 1 4 1 9 号公報に開示されているように、被照射物の全面にレーザー光を均一照射する方法や、特開昭 6 2 - 1 0 4 1 1 7 号公報に開示のスポット状のビームを走査する方法、或いは特開平 8 - 1 9 5 3 5 7 号公報に開示のレーザー処理装置のように光学系にて線状にビームを加工して照射する方法が知られている。

【0004】上記特開昭62-104117号公報においては、レーザー光の走査速度をビームスポット径×5000/秒以上として高速走査により非晶質半導体膜を完全な溶融状態に至らしめることなく多結晶化する技術が開示されている。また、米国特許4,330,363号には島状に形成された半導体領域に、引き延ばされたレーザー光を照射して実質に単結晶領域を形成する技術が開示されている。

【0005】レーザーアニールの特徴は、輻射加熱或いは伝導加熱を利用するアニール法と比較して、レーザー光が照射されそのレーザー光のエネルギーを吸収する領域のみを選択的に加熱することができる点にある。例えば、エキシマレーザー発振装置を用いたレーザーアニールは半導体膜を選択的且つ局所的に加熱して、ガラス基板に殆ど熱的損傷を与えずに、半導体膜の結晶化や活性化処理を実現している。

【0006】近年におけるレーザーアニールの積極的な活用は、ガラス基板上への結晶性シリコン膜の形成にあり、このプロセスは液晶表示装置のスイッチング素子として用いられる薄膜トランジスタ(TFT)の作製に

用されている。エキシマレーザー発振装置を使うと半導体膜が形成された領域しか熱的な影響を与えないため、安価なガラス基板を用いることが可能となっている。パターンニングのデザインルールは5~20μm程度であり、駆動回路及び画素部にそれぞれ10<sup>4</sup>~10<sup>7</sup>個程度のTFTがガラス基板上に作り込まれている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】連続発振レーザー発振装置で等速度スキャンをして結晶化させようとする場合、レーザー光をスキャンさせるやり方と、基板を一方方向に等速度で走行させるやり方がある。しかし、レーザー光をスキャンさせる方法では、レーザー光の入射角が照射位置によって異なり結晶性にバラツキが生じてしまう。

【0009】また、基板を走査させる方法では、立ち上がり、立ち下がり、停止に要する距離と、立ち下がり、停止に要する時間及び、そのために必要な走行距離が必要になり、基板が大判化するに従い装置が大規模になるし、機械的負荷が増大する。また、加速及び減速に要する時間が必要であり、実処理時間に対する全処理時間の割合が長くなりスループットが低下する。つまり、高エネルギー密度で、高速で走査しても、基板の加速及び減速に要する時間が無駄となりスループットを上げることができない。

【0010】本発明は、上記問題点を鑑みなされたものであり、結晶の成長方向を制御して配向の揃った結晶性

半導体膜を形成すると共に、レーザー処理装置の機械的負荷を低減し、安定的に結晶性半導体膜を形成する技術を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の構成は、絶縁表面上に非晶質半導体膜を形成した後、連続発振レーザー光を照射して結晶性半導体膜を形成するものであり、照射するレーザー光は、400~700nmの波長範囲であり、照射面において長楕円形の断面形状に光学系にて集光し、当該レーザー光を1cm/sec以上20cm/sec未満の速度で一方向に走査して結晶化させ、単結晶又は単結晶群からなる領域を形成する工程を有するものである。

【0012】また、他の構成は、絶縁表面上に非晶質半導体膜を形成した後、連続発振レーザー光を照射して結晶性半導体膜を形成するものであり、照射するレーザー光は、400~700nmの波長範囲であり、照射面において長楕円形の断面形状に光学系にて集光し、当該レーザー光を1cm/sec以上20cm/sec未満の速度で一方向に走査して結晶化させ、幅400μm以上の領域を単結晶又は単結晶群からなる領域とする工程を有するものである。

【0013】上記本発明の構成において、レーザー光を照射面において長楕円形に集光する光学系として、シリンドリカルレンズが適用され、それにより一軸方向にのみ集光して所望の長楕円形状を得る。

【0014】また、結晶性半導体膜を得る方法としては、レーザー光の照射のみでなく、非晶質半導体膜に金属元素を添加して加熱処理により結晶化して結晶性半導体膜を形成し、その後、結晶性を高めることを目的としたレーザーアニールを行っても良い。

【0015】このような作製方法を適用して作製される結晶性半導体膜は、電気的異方性を有する単結晶又は単結晶群から成る領域を有する結晶性半導体膜であって、単結晶又は単結晶群から成る領域は400μm以上の幅をもって一軸方向に延在して形成される。

【0016】電気的異方性を有する単結晶又は単結晶群から成る領域を有する結晶性半導体膜であって、単結晶又は単結晶群から成る領域は400μm以上の幅をもって一軸方向に延在し、結晶粒界が一軸方向に延びていることを特徴としている。

【0017】上記発明の構成において、レーザー光を放射するレーザー発振装置には、気体レーザー発振装置、固体レーザー発振装置が適用され、特に連続発振可能なレーザー発振装置を適用する。連続発振の固体レーザー発振装置としては、YAG、YVO<sub>4</sub>、YLF、YAlO<sub>3</sub>などの結晶にCr、Nd、Er、Ho、Ce、Co、Ti又はTmをドープした結晶を使ったレーザー発振装置が適用される。発振波長の基本波はドープする材料によっても異なるが、1μmから2μmの波長で発振す

る。非晶質半導体膜を結晶化させるためにはレーザー光を半導体膜で選択的に吸収させるために、可視域から紫外域の波長のレーザー光を適用し、基本波の第2高調波～第4高調波を適用するのが好ましい。代表的には、非晶質半導体膜の結晶化に際して、Nd:YVO<sub>4</sub>レーザー発振装置（基本波1064nm）の第2高調波（532nm）を用いる。その他に、アルゴンレーザー発振装置、クリプトンレーザー発振装置などの気体レーザー発振装置を適用することもできる。

【0018】上記発明の構成において、走査速度を1cm/sec以上20cm/sec未満とすることにより、レーザー処理装置において基板を動かす時に必要な助走区間が短くなり装置を小型化できる。また、載置台を駆動するモーター等の機械要素の負荷も低減させることができる。その一方で、照射面におけるレーザー光の集光形状を長楕円形として、その短軸方向に走査することで、一回の走査で処理できる面積を大きくすることが出来、走査速度を1cm/sec以上20cm/sec未満としても基板1枚当たりの処理時間を短縮することもできる。

【0019】波長範囲は400～700nmとし、半導体膜の吸収係数から考慮すると膜の内部まで光が侵入に加熱することになるので、レーザー光が照射されて溶融し、固化するまでの過渡的な時間において半導体膜の表面の内面での温度差が小さくでき、より平衡状態に近い状態で結晶化させる。また、走査速度を1cm/sec以上20cm/sec未満とすることにより半導体膜及び基板に蓄積される熱エネルギーが増加し、レーザー光の照射による溶融状態から固化が始まり結晶化するまでの冷却速度が遅くなり、結晶に蓄積される歪みを低減することができる。即ち、より単結晶に近い結晶を基板上に形成することができる。

【0020】尚、本発明という非晶質半導体膜とは、狭義の意味で、完全な非晶質構造を有するものだけではなく、微細な結晶粒子が含まれた状態、又はいわゆる微結晶半導体膜、局所的に結晶構造を含む半導体膜を含む。代表的には非晶質シリコン膜が適用され、その他に非晶質シリコンゲルマニウム膜、非晶質シリコンカーバイト膜などを適用することもできる。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明の実施の態様について図面を用いて詳細に説明する。本発明に実施に当たり適用できるレーザー処理装置の一形態を図1に示す。図1はレーザー発振装置101、シャッター102、高変換ミラー103～105、スリット114、楕円ビーム形成用光学系106、載置台107、載置台107をX方向及びY方向に変位させる駆動手段108、109、当該駆動手段をコントロールする制御手段110、予め記憶されたプログラムに基づいてレーザー発振装置101や制御手段110に信号を送る情報処理手段113等から成っているレーザー処理装置の構成を正面図と側面図によ

り示すものである。

【0022】楕円ビーム形成用光学系805の一例はシリンドリカルレンズを用いた構成であり、1枚のシリンドリカルレンズにより一軸方向のみにレーザー光を集光して、照射面において長楕円形状に集光する。ここでいう長楕円形状とは、楕円の短軸と長軸の比が、1対100～1対1000の範囲に含まれるものを指し、連続発振するレーザー光のエネルギー密度にもよるが、実際に結晶化を可能にするのは長軸の0.5倍～0.2倍程度の領域である。

【0023】レーザー発振装置としては、気体レーザー発振装置、固体レーザー発振装置が適用され、特に連続発振可能なレーザー発振装置を適用する。連続発振の固体レーザー発振装置としてはYAG、YVO<sub>4</sub>、YLF、YAlO<sub>3</sub>などの結晶にCr、Nd、Er、Ho、Ce、Co、Ti又はTmをドープした結晶を使ったレーザー発振装置を適用する。発振波長の基本波はドープする材料によっても異なるが、1μmから2μmの波長で発振する。非晶質半導体膜を結晶化させるためにはレーザー光を半導体膜で選択的に吸収させるために、可視域から紫外域の波長のレーザー光を適用し、基本波の第2高調波～第4高調波を適用するのが好ましい。代表的には、非晶質半導体膜の結晶化に際して、Nd:YVO<sub>4</sub>レーザー発振装置（基本波1064nm）の第2高調波（532nm）を用いることができる。

【0024】また、載置台107を駆動手段108、109により二軸方向に動かすことにより基板120のレーザーアニールを可能としている。一方の方向への移動は基板120の一辺の長さよりも長い距離を20cm/sec未満の等速度で連続的に移動させることが可能であり、他方へは楕円ビームの長手方向と同程度の距離を不連続にステップ移動させることが可能となっている。レーザー発振装置101の発振と、載置台107は、マイクロプロセッサを搭載した情報処理手段113により同期して作動するようになっている。

【0025】図2はレーザー発振装置から放射されるレーザー光の強度分布を示す概念図である。Nd:YVO<sub>4</sub>レーザー発振装置から放射される第2高調波（532nm）の具体的な一例は、ピーク強度 $I_0$ のレーザー光において、 $(1/e^2)$   $I_0$ の直径 $d_1$ を実質的なビーム径とする。半値幅 $(1/2)$   $I_0$ は $d_2$ とする。

【0026】図3はこのようなレーザー光を図1で示すシリンドリカルレンズ106で一軸方向に集光する形態を示すものである。図3(A)に示すようにシリンドリカルレンズ106によりX軸方向にレーザー光を集光し、図3(B)で示すようにY軸方向へは集光していない状態を示している。この場合X軸方向への集光幅 $d_3$ は焦点位置を $F_0$ にするか $F_1$ にするかで異なるが、焦点位置をあえてずらし $F_1$ で焦点を結ぶようにすると、所定のビーム幅を得ることができる。

【0027】このようにして照射面において図4で示すような断面形状のレーザー光を形成することができる。実際に結晶化を可能にするのは、d4で示す長軸の長さの0.5倍～0.2倍程度の領域でありその外側の部分は図1で示すスリット114で遮断しても良い。

【0028】この楕円形に集光したレーザー光により、絶縁表面を有する基板上に形成した非晶質半導体膜の結晶化を行い、結晶性半導体膜を形成することができる。具体的な一例は、ガラス基板上に20～200nm程度の厚さで形成した非晶質シリコン膜の結晶化であり、当該レーザー光の走査により基板全面、又は選択的に照射した領域の結晶化を行うことができる。非晶質半導体膜としては、その他に非晶質シリコンゲルマニウム膜や非晶質炭化シリコン膜等の結晶化を行うことができる。

【0029】絶縁表面上に形成される結晶性半導体膜の応用は、TFTの作製であり、それを用いて液晶表示装置に代表される電子装置の製造に適用することができる。そのような電子装置のサイズは大小様々であるが、図2～図4で説明した長楕円形状のレーザー光と比較して、対象となる処理基板の一边の長さは長いことになる。図1で説明したように、載置台107を駆動手段108、109により二軸方向に動かすことにより基板120のレーザーアニールを行うが、図中に示すX軸方向への移動は基板120の一边の長さよりも長い距離を20cm/sec未満の等速度で連続的に移動させ、Y軸方向へは楕円ビームの長手方向と同程度の距離を不連続にステップ移動させることにより基板の全面を処理することが可能である。

【0030】この様子を図5において示し、長楕円形状のレーザー光を複数回往復させることによりはじめて基板の全面の処理を可能にしている。往復の回数は、基板200の幅と集光したレーザー光の幅及び重畳する割合によって単純に算出されるものである。レーザー光の走査速度は基板の面上において等速度で走査されるべきものである。図5で示すような走査方法でそれを可能とするには、載置台上の基板が往復運動をするので、加速期間と減速期間が自ずと必要となってくる。

【0031】図6は、駆動手段202によって載置台201上の基板200が往復運動をするときの速度と時間変化を示している。レーザー光は光学系203により長楕円形ビームを一定位置に照射され、その照射位置を通過するように載置台201上の基板200が往復運動をする。レーザー光は等速度走行区間205において照射され、これにより一様なレーザー処理が可能になる。等速度走行区間205の前後には加速区間204と減速区間206が必ず必要になる。これは駆動手段の性能にもよるが、この2つの区間に要する時間はスループットを低下させる要因となり、それに要する距離は装置の大型化を招く。

【0032】等速度走行区間における走行速度を低下さ

せることの意味は、この加速区間204と減速区間206の時間と距離を減少させること、機械的動作の安定性を高めること、装置構成上の機械的負荷を低減することなどの利点がある。

【0033】また、他の利点として形成される結晶性半導体膜の歪みが緩和され、より単結晶に近い結晶が得られるという利点がある。図7は非晶質シリコン膜を結晶化した結晶性シリコン膜をラマン分光法で測定した結果を示している。図7で示すデータにおいて、#01と#02は非晶質シリコン膜に直接レーザー光を照射して結晶化させた試料であり、#03と#04は非晶質シリコン膜にNiを添加して熱処理により結晶化させた後、レーザー光を照射した試料である。

【0034】単結晶シリコンにおけるラマンスペクトルのピーク位置は $520.7\text{cm}^{-1}$ とされ、この値からのずれる要因の一つは結晶の歪みにあるとされている。図7で示す特性では、いずれの試料においてもレーザー光の走査速度によりそのピーク位置が変化しており、走査速度が50cm/secよりも5cm/secの方が単結晶シリコンのピーク位置に近いことが示されている。即ち、走査速度を5cm/secとした方が、歪みの少ない良質な結晶が得られることを示している。

【0035】このように本発明は、非晶質半導体膜をレーザー光の照射により結晶化させる方法において、照射面において長楕円形の断面形状に集光する400～700nmの波長範囲にある連続発振レーザー光を照射し、且つ、当該レーザー光を1cm/sec以上20cm/sec未満の速度で一方向に走査して結晶化させ、単結晶又は単結晶群からなる領域を形成するものである。また、加熱処理により結晶化された結晶性半導体膜、又は金属元素を添加して加熱処理により結晶化された結晶性半導体膜の結晶性向上に対しても同様な効果を得ることができる。

【0036】

【実施例】以下、実施例により本発明に係る半導体装置の作製方法の具体例を図面を参照して詳細に示す。

【0037】【実施例1】本実施例は、絶縁表面上に形成された非晶質シリコン膜に連続発振レーザー光で20cm/sec未満の速度で走査して結晶化させるものである。

【0038】図8(A)において、ガラス基板401上に100nmの酸化窒化シリコン膜でなるバリア層402が形成されている。その上にプラズマCVD法で形成された非晶質シリコン膜403が54nmの厚さに形成されている。

【0039】レーザー処理装置は図1で示す構成を用いる。レーザー光はNd:YVO<sub>4</sub>レーザー発振装置から連続発振により放射される連続光であり、波長変換素子により得られる第2高調波(532nm)である。連続発振レーザー光は光学系により長楕円形状に集光され、基板401とレーザー光405の照射位置を相対的に移動させることにより非晶質シリコン膜403を結晶化させ結

晶性シリコン膜404を形成する。光学系としてはF20のシリンドリカルレンズが適用され、これによりΦ2.5mmのレーザー光を照射面において長軸2.5mm、短軸20μmの長楕円形状とすることができる。

【0040】Nd:YVO<sub>4</sub>レーザー発振装置の第2高調波(532nm)を用いる場合、当該波長はガラス基板401及びバリア層402を透過するので、図8(B)で示すようにガラス基板401側からレーザー光405を照射しても良い。

【0041】図15と図16は、150nmの非晶質シリコン膜に対し、長楕円形状に集光したレーザー光の走査速度を1cm/sec～20cm/secまで変化させた場合における表面状態を光学顕微鏡により50倍に拡大して観測した結果を示している。図15(A)と(B)はそれぞれ走査速度が1cm/secと5cm/secの場合であり、図16

(A)と(B)はそれぞれ走査速度が10cm/secと20cm/secの場合を示している。尚、照射したレーザー光はYVO<sub>4</sub>レーザー発振装置の第2高調波(532nm)であり、Φ2.5mm、出力10Wのレーザー光をF20のシリンドリカルレンズで一軸方向に20μmの長さに集光したものである。

【0042】結果として、走査速度が20cm/secでは結晶化をすることができず、5～10cm/secでは結晶化が可能であった。また、1cm/secでは結晶化は可能であるが、下地にダメージが発生している。従って、結晶化可能な範囲は1cm/sec以上20cm/sec未満である結果が得られた。

【0043】こうして、レーザー光405が照射された領域から結晶化が進み、結晶性シリコン膜404を形成することができる。レーザー光の走査は一方方向のみの走査でなく、往復走査をしても良い。往復走査する場合には1回の走査毎にレーザーエネルギー密度を変えて、段階的に結晶成長をさせることも可能である。また、非晶質シリコン膜を結晶化させる場合にしばしば必要となる水素出しの処理を兼ねることも可能であり、最初に低エネルギー密度で走査し、水素を放出した後、エネルギー密度を上げて2回目に走査で結晶化を完遂させても良い。このような作製方法によっても同様にレーザー光の走査方向に結晶粒が延在する結晶質半導体膜を得ることができる。その後、公知の方法に従えばTFT等の素子を作製することができる。

【0044】尚、本実施例で示す構成は一例であり、同様な効果が得られるものであれば他のレーザー発振装置や光学系との組み合わせを適用しても良い。

【0045】[実施例2]本実施例は、絶縁表面上に形成された非晶質シリコン膜を予め結晶化しておき、さらに連続発振レーザー光により結晶の大粒径化を図るものである。

【0046】図9(A)に示すように、実施例1と同様にガラス基板501上にブロッキング層502、非晶質

シリコン膜503を形成する。その後、結晶化温度の低溫化と結晶成長を促進させる金属元素としてNiを添加するため、酢酸ニッケル塩が5ppmの水溶液をスピン塗布して触媒元素含有層504を形成する。

【0047】その後、図9(B)で示すように580℃、4時間の加熱処理により非晶質シリコン膜を結晶化させる。結晶化はNiの作用により非晶質シリコン膜中にシリサイドを形成しながら拡散してそれと同時に結晶成長する。こうして形成された結晶性シリコン膜506は棒状または針状の結晶が集合して成り、その各々の結晶は巨視的にはある特定の方向性をもって成長しているため結晶性が揃っている。また、(110)面の配向率が高いという特徴がある。

【0048】その後、図9(C)で示すように連続発振レーザー光508を走査して結晶性シリコン膜506の結晶性を向上させる。レーザー光の照射により結晶性シリコン膜は溶融し再結晶化する。この再結晶化に伴って、レーザー光の走査方向に結晶粒が延在するように結晶成長が成される。この場合、予め結晶面が揃った結晶性シリコン膜が形成されているので、異なる面の結晶の析出や転位の発生を防ぐことができる。以降は、実施例1と同様にしてTFTを形成することができる。

【0049】[実施例3]実施例2において、結晶性シリコン膜507を形成した後、膜中に10<sup>19</sup>/cm<sup>3</sup>以上の濃度で残存する触媒元素をゲッターリングにより除去する工程を加えても良い。

【0050】図10で示すように、結晶性シリコン膜507上に、薄い酸化シリコン膜で成るバリア層509を形成し、その上にゲッターリングサイト510としてアルゴン又はリンが1×10<sup>19</sup>/cm<sup>3</sup>～1×10<sup>21</sup>/cm<sup>3</sup>添加された非晶質シリコン膜をスパッタリング法で形成する。

【0051】その後、ファーネスアニール炉による600℃、12時間の加熱処理、又はランプ光又は加熱された気体を加熱手段とするRTAにより650～800℃、30～60分の加熱処理により、触媒元素として添加されているNiをゲッターリングサイト510に偏析させることができる。この処理により結晶性シリコン膜507の触媒元素濃度は10<sup>17</sup>/cm<sup>3</sup>以下とすることができる。

【0052】同様な条件で行われるゲッターリング処理は実施例1で作製される結晶性シリコン膜に対しても有効である。非晶質シリコン膜にレーザー光を照射して形成される結晶性シリコン膜に含まれる微量の金属元素をこのゲッターリング処理で除去することができる。

【0053】[実施例4]本実施例では、実施例1乃至実施例3により作製される結晶性シリコン膜を用いて、CMOS型のTFTを作製する一例について、図11を参照して説明する。

【0054】図11(A)はガラス基板701、ブロッキング層(第1絶縁膜)702が形成された上に結晶性

シリコン膜から形成された活性層703a、703b、ゲート絶縁膜704、ゲート電極705a、705bを示している。適用する結晶性シリコン膜にはTFTにしきい値を制御する目的で、硼素が $10^{16} \sim 10^{17}/\text{cm}^3$ 程度添加されていても良い。ブロッキング層702はプラズマCVD法を用いて、 $\text{SiH}_4$ と $\text{N}_2\text{O}$ に $\text{O}_2$ を反応ガスとして酸化窒化シリコン膜で形成し、100nmの厚さとする。ゲート絶縁膜704はTEOSと酸素を用いたプラズマCVD法で80nmの厚さ形成する。活性層703a、703bは、結晶の粒径が大きく、チャンネル長方向に延在しているため、その上に形成するゲート絶縁膜の膜質のバラツキを少なくすることができTFTのしきい値電圧のバラツキを小さくすることができる。ゲート電極705a、705bを形成する材料としては、Al、Ta、Ti、W、Moなどの導電性材料又はこれらの合金を適用し、400nmの厚さに形成する。Alをゲート電極とし、その表面を陽極酸化により酸化膜を形成して安定化しても良い。

【0055】図11(B)は不純物領域の形成であり、イオンドーピング法(注入イオンの質量分離をしない)又はイオン注入法によりnチャンネル型TFTに対するソース又はドレイン領域706、LDD領域707、及びpチャンネル型TFTに対するソース又はドレイン領域708を形成する。

【0056】イオンドーピングにより不純物元素を注入した領域は、結晶性が破壊され非晶質化する。結晶性の回復と不純物元素の活性化による低抵抗化を実現するために、レーザー光の照射を行い結晶性を回復する処理が必要になる。このレーザー光の照射による活性化は本発明のレーザー処理装置によって行うことができる。また、パルス発振のエキシマレーザー光を照射して活性化処理を行うこともできる。活性化処理は、水素雰囲気(還元雰囲気)中でレーザー照射を行って水素化を兼ねて行っても良い。

【0057】その後、図11(C)に示すように窒化シリコン膜又は酸化シリコン膜で第2絶縁膜710を形成する。さらに層間絶縁膜711を有機樹脂材料、誘電率4以下の低誘電率材料を用いて形成する。有機樹脂材料としてはアクリル、ポリイミドなどを適用することができる。低誘電率材料としては、 $\text{SiOF}$ 、poly-arylethers、BCB(ベンゾシクロブテン)、フッ化ポリイミド、a-CFなどを適用することができる。次いで、各半導体層の不純物領域に達するコンタクトホールを形成し、Al、Ti、Taなどを用いて配線712、713を形成する。さらに、窒化シリコン膜でパッシベーション膜714を形成する。

【0058】こうしてnチャンネル型TFT750とpチャンネル型TFT760を形成することができる。ここではそれぞれのTFTを単体として示しているが、これらのTFTを使ってCMOS回路やNMOS回路、PMOS

S回路を形成することができる。本発明により形成される活性層はチャンネル長方向と平行に結晶成長が成されるので、実質的にキャリアが横切る結晶粒界が無くなり、高い電界効果移動度を得ることができる。こうして作製されるTFTは、アクティブマトリクス型の液晶表示装置や有機エレクトロルミネセンス材料又は無機エレクトロルミネセンス材料を用いた発光素子を用いた発光装置を作製するためのTFTとして、また、ガラス基板上にメモリやマイクロプロセッサを形成するためのTFTとして用いることができる。

【0059】[実施例5]実施例10と同様に作製されるTFTを用いてアクティブマトリクス駆動型の表示装置を実現するためのTFT基板(TFTが形成された基板)の構成例について図12を参照して説明する。TFTは画素部とその周辺の各種の機能回路に設けられる。TFTのチャンネル形成領域を形成する活性層は実施例1~3を適用して形成されるものである。

【0060】基板601はガラス基板又は有機樹脂基板が採用される。有機樹脂材料はガラス材料と比較して軽量であり、発光装置自体の軽量化に有効に作用する。発光装置を作製する上で適用できるものとしては、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリエーテルサルホン(PES)、アラミド等の有機樹脂材料を用いることができる。ガラス基板は無アルカリガラスと呼ばれる、バリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスを用いることが望ましい。ガラス基板の厚さは0.5~1.1mmのものが採用されるが、軽量化を目的とすると厚さは薄くする必要がある。また、さらに軽量化を図るには比重が2.37g/ccと小さいものを採用することが望ましい。

【0061】図12では駆動回路部650にnチャンネル型TFT652とpチャンネル型TFT653が形成され、画素部651にはスイッチング用TFT654、電流制御用TFT655が形成されている。これらのTFTは、窒化シリコン又は酸化窒化シリコンから成るブロッキング層(第1絶縁膜)602上に半導体膜603~606、ゲート絶縁膜607、ゲート電極608~611から形成されている。

【0062】ゲート電極の上層には、窒化シリコン、酸化窒化シリコンからなる第2絶縁膜618が形成され、保護膜として用いられている。さらに平坦化膜として、ポリイミド又はアクリルから成る有機絶縁膜619が形成されている。この有機絶縁膜は吸湿性があり、水分を吸蔵する性質を持っている。その水分が再放出されると、有機化合物に酸素を供給し、有機発光素子を劣化させる原因となるので、水分の吸蔵及び再放出を防ぐために、有機絶縁膜619の上に窒化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化窒化アルミニウム、窒化アルミニウム等から選択される無機絶縁材料により形成される第3絶縁膜

620を形成する。

【0063】駆動回路部650の回路構成は、ゲート信号側駆動回路とデータ信号側駆動回路とで異なるがここでは省略する。nチャネル型TFT652及びpチャネル型TFT653には配線612、613が接続され、これらのTFTを用いて、シフトレジスタやラッチ回路、バッファ回路等が形成することが可能である。

【0064】画素部651では、データ配線614がスイッチング用TFT654のソース側に接続し、ドレイン側の配線615は電流制御用TFT655のゲート電極611と接続している。また、電流制御用TFT655のソース側は電源供給配線617と接続し、ドレイン側の電極616が有機発光素子の陽極と接続するように配線されている。

【0065】有機発光素子656は、第3絶縁膜620上に形成され、ITO（酸化インジウム・スズ）で形成される陽極621、正孔注入層、正孔輸送層、発光層等を含む有機化合物層623、MgAgやLiF、CsF、BaF、CaF等のアルカリ金属又はアルカリ土類金属を含む材料を用いて形成される陰極624とから成っている。有機発光素子の構造は任意なものとするが、図5で示す構造を採用することができる。

【0066】隔壁層622は窒化物で成る無機絶縁物材料をもって形成する。具体的には、窒化シリコン、窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウムから選択される無機絶縁物材料により形成する。隔壁層622は0.1～1μm程度の厚さで形成し、陽極621上に重なる端部をテーパー形状となるように形成する。またこの隔壁層622は配線612～617上に残された0.5～3μmの厚さのフォトリソ層626の上面及び側面を覆って形成されている。さらに、TFTの配線と陽極621の端部を覆うように形成され、この部分で陰極と陽極とがショートすることを防いでいる。また、図示しないが陽極621と有機化合物層623との界面に0.5～5nmでトンネル電流が流れる程度の厚さの絶縁膜を形成しておいても良い。これは陽極表面の凹凸に起因する短絡の防止と、陰極に用いるアルカリ金属等が下層側に拡散するのを抑止する効果がある。

【0067】有機発光素子の陰極624は、仕事関数の小さいマグネシウム(Mg)、リチウム(Li)若しくはカルシウム(Ca)を含む材料を用いる。好ましくはMgAg(MgとAgをMg:Ag=10:1で混合した材料)でなる電極を用いれば良い。他にもMgAgAl電極、LiAl電極、また、LiFAl電極が挙げられる。さらにその上層には、窒化シリコン、DLC、酸化窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム等から選択される無機絶縁物材料で第4絶縁膜625を形成する。DLC膜は酸素をはじめ、CO、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等のガスバリア性が高いことが知られている。第4絶縁膜625は、陰極624を形成した後、大

気解放しないで連続的に形成することが望ましい。第4絶縁膜625の下層には窒化シリコンのバッファ層があっても良い。陰極624と有機化合物層623との界面状態は有機発光素子の発光効率に大きく影響するからである。

【0068】図6ではスイッチング用TFT654をマルチゲート構造とし、電流制御用TFT655にはゲート電極とオーバーラップする低濃度ドレイン(LDD)を設けている。本発明により形成される結晶性シリコン膜を用いることにより、500cm<sup>2</sup>/Vsec以上の電界効果移動度を得ることができ、しかもオフ電流を低減することができる。一方、ホットキャリア効果による劣化には防御策を施す必要があり、図12に示すように、画素内において機能に応じて構造の異なるTFT（オフ電流の十分に低いスイッチング用TFTと、ホットキャリア注入に強い電流制御用TFT）を形成している。

【0069】図12で示すように、TFT654、655を形成する半導体膜の下層側（基板601側）には、第1絶縁膜602が形成されている。その反対の上層側には第2絶縁膜618が形成されている。一方、有機発光素子656の下層側には第3絶縁膜620が形成されている。上層側には第4絶縁膜625が形成される。また、その間には隔壁層622が形成されている。これらは全て無機絶縁物材料で形成されるものである。そして、その中に有機発光素子656が形成され、第3絶縁膜620と第4絶縁膜625、隔壁層622に挟まれて一体化されている。

【0070】TFT654、655に対しナトリウム等のアルカリ金属の汚染源として基板601や有機発光素子656が考えられるが、第1絶縁膜602と第2絶縁膜618で囲むことにより防ぐことができる。一方、有機発光素子656は酸素や水分を最も嫌うため、それを防ぐために第3絶縁膜620、第4絶縁膜625、隔壁層622が無機絶縁物材料で形成されている。これらは有機発光素子656が有するアルカリ金属元素を外に出さないための機能も備えている。

【0071】特に第3絶縁膜620、隔壁層622、第4絶縁膜625を形成するのに適した材料の一例は、シリコンをターゲットとして用い、スパッタリング法により作製される窒化シリコン膜である。成膜条件は適宜選択すれば良いが、特に好ましくはスパッタガスには窒素(N<sub>2</sub>)又は窒素とアルゴンの混合ガスを用い、高周波電力を印加してスパッタリングを行う。基板温度は室温の状態とし、加熱手段を用いなくても良い。有機絶縁膜619や有機化合物層を形成した後は、基板を加熱せずに成膜することが望ましい。但し、吸着又は吸蔵している水分を十分除去するために、真空中で数分～数時間、50～100℃程度で加熱して脱水処理することは好ましい。

【0072】以上のように、TFTと有機発光素子を組

み合わせて画素部を形成し、発光装置を完成させることができる。このような発光装置はTFTを用いて駆動回路を同一基板上に形成することもできる。これらのTFTのチャンネル形成領域を形成する活性層を単結晶又は単結晶群と見なせる結晶性シリコン膜から形成することによりTFTの特性を向上させ、様々な機能回路をガラスなどの基板上に形成することができる。

【0073】[実施例6]実施例5ではトップゲート型のTFT構造で説明したが、勿論ボトムゲート型或いは逆スタガ型のTFTを適用することも可能である。図13は画素部751に逆スタガ型のTFTにより、スイッチング用TFT754、電流制御用TFT755を形成している。基板701上にはモリブデン又はタンタル等で形成されるゲート電極702、703と配線704が形成され、その上にゲート絶縁膜として機能する第1絶縁膜705が形成されている。第1絶縁膜は100~200nmの厚さで酸化シリコン又は窒化シリコン等を用いて形成する。

【0074】活性層706、707にはチャンネル形成領域の他ソース又はドレイン領域、LDD領域が形成されている。これらの領域を形成し、またチャンネル形成領域を保護する都合上、絶縁膜708、709が設けられている。第2絶縁膜710は窒化シリコン又は酸化窒化シリコンで形成され、半導体膜がアルカリ金属や有機物等により汚染されないように設ける。さらに、ポリイミド等の有機樹脂材料から成る平坦化膜711を形成する。その上には窒化シリコン又は酸化シリコンから成る第3絶縁膜712を形成する。配線713~716は第3絶縁膜712上に形成されている。

【0075】有機発光素子756の陽極717は第3絶縁膜712上に形成され、その後窒化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウムから選ばれた無機絶縁物材料により隔壁層718を形成する。またこの隔壁層718は配線713~716上に残されたフォトリソレジスト723の上面及び側面を覆って形成されている。さらに、TFTの配線と陽極717の端部を覆うように形成され、この部分で陰極と陽極とがショートすることを防いでいる。有機化合物層720、陰極721、第4絶縁膜の構成も図12と同様に形成し、第3絶縁膜712と同様にして第4絶縁膜744も形成する。こうして逆スタガ型のTFTを有する発光装置を完成させることができる。

【0076】また、逆スタガ型のTFTを用いて駆動回路を同一基板上に形成することもできる。図13で示すように、TFTの主要構成要素である半導体膜は、その下層側及び上層側を窒化シリコン又は酸化窒化シリコンから成る第1絶縁膜と第2絶縁膜で囲むことにより、アルカリ金属や有機物の汚染を防ぐ構造を有している。一方有機発光素子はアルカリ金属を一部に含み、第3絶縁膜と第4絶縁膜と、隔壁層718により、外部から酸素

や水分が浸入することを防ぐ構造を有している。

【0077】以上のように、逆スタガ型のTFTと有機発光素子を組み合わせて画素部を形成し、発光装置を完成させることができる。このような発光装置はTFTを用いて駆動回路を同一基板上に形成することもできる。これらのTFTのチャンネル形成領域を形成する活性層を単結晶又は単結晶群と見なせる結晶性シリコン膜から形成することによりTFTの特性を向上させ、様々な機能回路をガラスなどの基板上に形成することができる。

【0078】[実施例7]実施例5又は実施例6で作製されるTFT基板の回路構成の一例を図14に示す。画素部901のTFT900を駆動する駆動回路部はデータ線駆動回路902、走査線駆動回路903であり、必要に応じてシフトレジスタ回路、バッファ回路、レベルシフタ回路、ラッチ回路などが配置されている。この場合、走査線駆動回路902は映像信号を送り出すものであり、コントローラ904からの映像信号と、タイミングジェネレータ907からの走査線駆動回路用タイミング信号が入力される。データ線駆動回路903にはタイミングジェネレータ907からのデータ線駆動回路用タイミング信号が入力され、走査線に信号を出力する。マイクロプロセッサ906はコントローラ904の制御や、メモリ905への映像信号などのデータの書き込み、外部インターフェース908からの入出力、これらシステム全体の動作管理などを行う。

【0079】これらの回路を構成するためのTFTは本実施例で示すような構成のTFTで形成することが可能である。TFTのチャンネル形成領域を形成する第2半導体領域を実質的に単結晶と見なせる領域とすることにより、TFTの特性を向上させ、様々な機能回路をガラスなどの基板上に形成することができる。

【0080】[実施例8]実施例1~7で示す本発明は様々な半導体装置に適用が可能である。その一例は、携帯情報端末(電子手帳、モバイルコンピュータ、携帯電話等)、ビデオカメラ、デジタルカメラ、パーソナルコンピュータ、テレビ受像器、携帯電話、投影型表示装置等が挙げられる。それらの一例を図17~図19に示す。

【0081】図17(A)は本発明を適用してテレビ受像器を完成させる一例であり、筐体3001、支持台3002、表示部3003等により構成されている。本発明により作製されるTFT基板は表示部3003に適用され、本発明によりテレビ受像器を完成させることができる。

【0082】図17(B)は本発明を適用してビデオカメラを完成させた一例であり、本体3011、表示部3012、音声入力部3013、操作スイッチ3014、バッテリー3015、受像部3016等により構成されている。本発明により作製されるTFT基板は表示部3012に適用され、本発明によりビデオカメラを完成させることができる。

【0083】図17(C)は本発明を適用してノート型のパーソナルコンピュータを完成させた一例であり、本体3021、筐体3022、表示部3023、キーボード3024等により構成されている。本発明により作製されるTFT基板は表示部3023に適用され、本発明によりパーソナルコンピュータを完成させることができる。

【0084】図17(D)は本発明を適用してPDA(Personal Digital Assistant)を完成させた一例であり、本体3031、スタイラス3032、表示部3033、操作ボタン3034、外部インターフェース3035等により構成されている。本発明により作製されるTFT基板は表示部3033に適用され、本発明によりPDAを完成させることができる。

【0085】図17(E)は本発明を適用して音響再生装置を完成させた一例であり、具体的には車載用のオーディオ装置であり、本体3041、表示部3042、操作スイッチ3043、3044等により構成されている。本発明により作製されるTFT基板は表示部3042に適用され、本発明によりオーディオ装置を完成させることができる。

【0086】図17(F)は本発明を適用してデジタルカメラを完成させた一例であり、本体3051、表示部(A)3052、接眼部3053、操作スイッチ3054、表示部(B)3055、バッテリー3056等により構成されている。本発明により作製されるTFT基板は表示部(A)3052および表示部(B)3055に適用され、本発明によりデジタルカメラを完成させることができる。

【0087】図17(G)は本発明を適用して携帯電話を完成させた一例であり、本体3061、音声出力部3062、音声入力部3063、表示部3064、操作スイッチ3065、アンテナ3066等により構成されている。本発明により作製されるTFT基板は表示部3064に適用され、本発明により携帯電話を完成させることができる。

【0088】図18(A)はフロント型プロジェクターであり、投射装置2601、スクリーン2602等を含む。図18(B)はリア型プロジェクターであり、本体2701、投射装置2702、ミラー2703、スクリーン2704等を含む。

【0089】尚、図18(C)は、図18(A)及び図18(B)中における投射装置2601、2702の構造の一例を示した図である。投射装置2601、2702は、光源光学系2801、ミラー2802、2804～2806、ダイクロイックミラー2803、プリズム2807、液晶表示装置2808、位相差板2809、投射光学系2810で構成される。投射光学系2810は、投射レンズを含む光学系で構成される。本実施例は三板式の例を示したが、特に限定されず、例えば単板式

であってもよい。また、図18(C)中において矢印で示した光路に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するためのフィルム、IRフィルム等の光学系を設けてもよい。

【0090】また、図18(D)は、図18(C)中における光源光学系2801の構造の一例を示した図である。本実施例では、光源光学系2801は、リフレクター2811、光源2812、レンズアレイ2813、2814、偏光変換素子2815、集光レンズ2816で構成される。なお、図18(D)に示した光源光学系は一例であって特に限定されない。例えば、光源光学系に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するフィルム、IRフィルム等の光学系を設けてもよい。

【0091】図19は電子書籍であり、本体3101、表示部A3102、表示部B3103、記憶媒体3104、操作スイッチ3105、アンテナ3106等により構成されている。表示部B3103は電子インクディスプレイを適用することも可能であり、本発明により作製されるTFT基板は表示部A3102、表示部B3103の駆動回路及び画素部を形成することが可能であり、本発明により電子書籍を完成させることができる。

【0092】尚、ここで例示する電子装置はごく一例であり、これらの用途に限定するものではないことを付記する。

#### 【0093】

【発明の効果】以上説明したように本発明により、照射面において長楕円形の断面形状に集光する400～700nmの波長範囲にある連続発振レーザー光を照射し、且つ、当該レーザー光を1cm/sec以上20cm/sec未満の速度で一方向に走査して結晶化させ、単結晶又は単結晶群からなる領域を形成するものである。また、加熱処理により結晶化された結晶性半導体膜、又は金属元素を添加して加熱処理により結晶化された結晶性半導体膜の結晶性向上に対しても同様な効果を得ることができる。

【0094】また、非晶質半導体膜をレーザー光の照射により結晶化させる方法において、照射面において長楕円形の断面形状に集光する400～700nmの波長範囲にある連続発振レーザー光を照射し、且つ、当該レーザー光を1cm/sec以上20cm/sec未満の速度で一方向に走査して結晶化させ、単結晶又は単結晶群からなる領域を形成するものである。また、加熱処理により結晶化された結晶性半導体膜、又は金属元素を添加して加熱処理により結晶化された結晶性半導体膜の結晶性向上に対しても同様な効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に適用するレーザー処理装置の一態様を示す図。

【図2】 レーザー発振装置から放射されるレーザー光の強度分布を示す図。

【図 3】 シリンドリカルレンズによりレーザー光を集光する態様を説明する図。

【図 4】 長楕円形状に集光されたレーザー光の形態を説明する図。

【図 5】 大型基板に対する長楕円形状のレーザー光を走査する形態を説明する図。

【図 6】 図 1 のレーザー処理装置における載置台上に基板を走査する形態を説明する図。

【図 7】 走査速度を変化させて形成された結晶性シリコン膜のラマン分光スペクトル

【図 8】 本発明に係る結晶化工程の一実施例を説明する図。

【図 9】 本発明に係る結晶化工程の一実施例を説明する図。

【図 10】 本発明に係る結晶化工程の一実施例を説明する図。

【図 11】 CMOS 構造の TFT の作製工程を説明する断面図。

【図 12】 画素部及び駆動回路部を備えた発光装置の構造を説明する部分断面図。

【図 13】 逆スタガ型 TFT を用いた発光装置の画素部の構造を説明する部分断面図。

【図 14】 TFT 基板の回路構成の一例を示すブロック図。

【図 15】 レーザー光の走査速度を変えた場合における結晶性シリコン膜の光学顕微鏡写真。

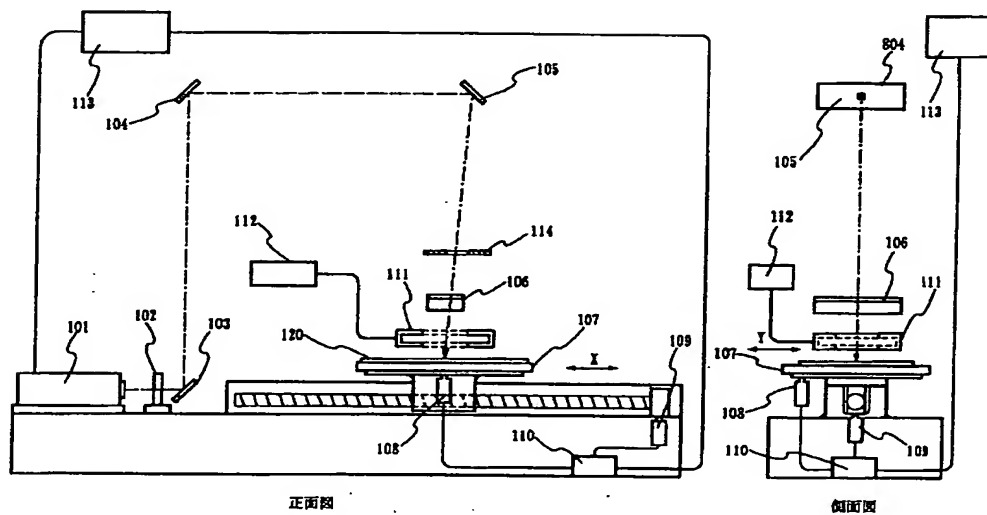
【図 16】 レーザー光の走査速度を変えた場合における結晶性シリコン膜の光学顕微鏡写真。

【図 17】 半導体装置の一例を示す図。

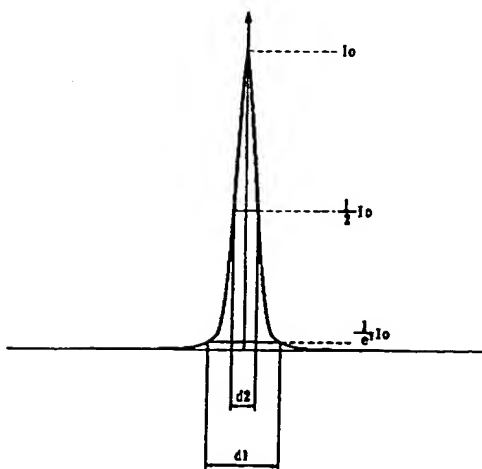
【図 18】 半導体装置の一例を示す図。

【図 19】 半導体装置の一例を示す図。

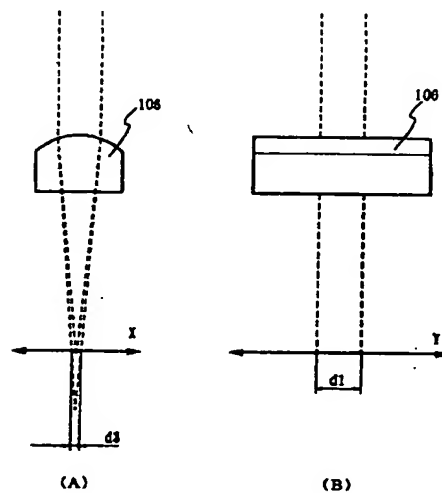
【図 1】



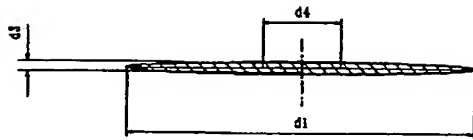
【図 2】



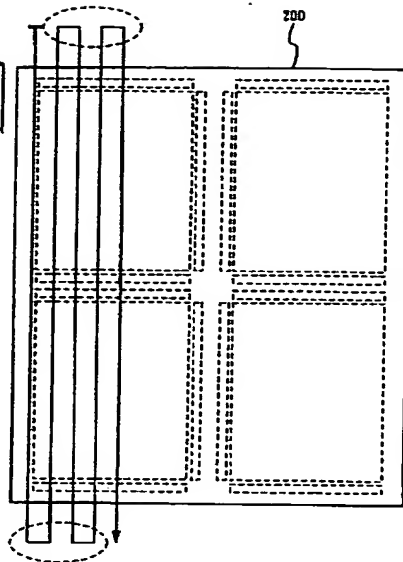
【図 3】



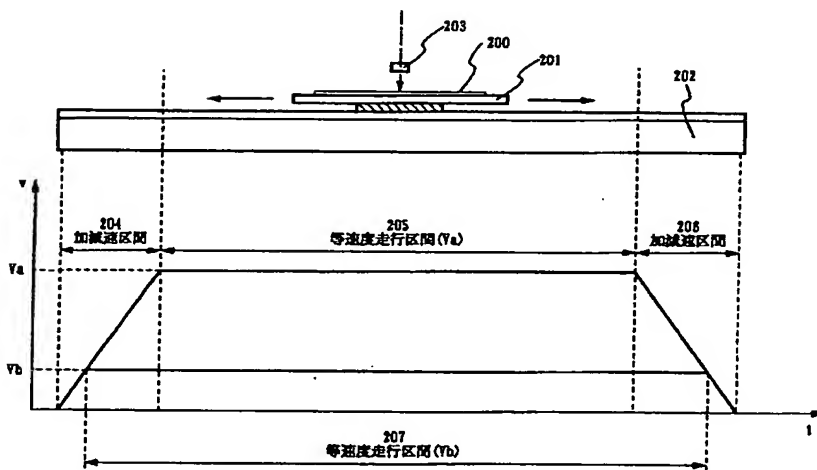
【図 4】



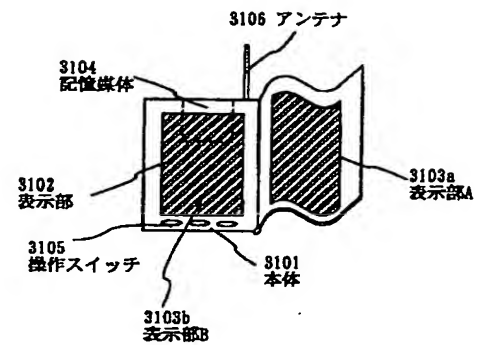
【図 5】



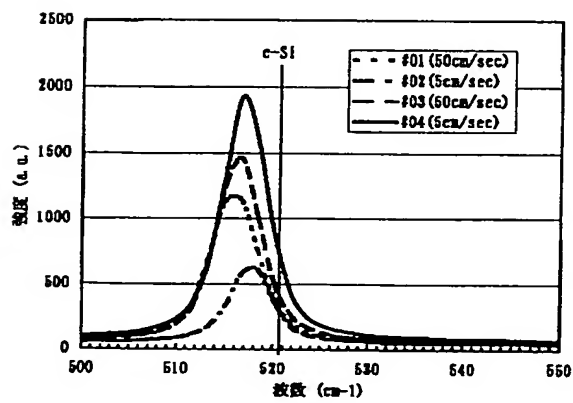
【図 6】



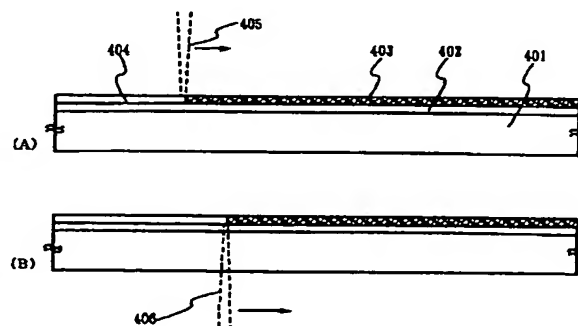
【図 19】



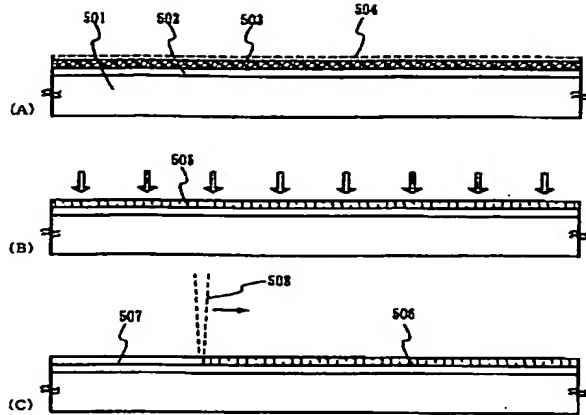
【図 7】



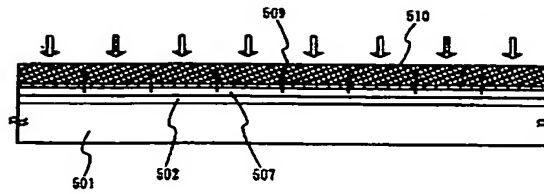
【図 8】



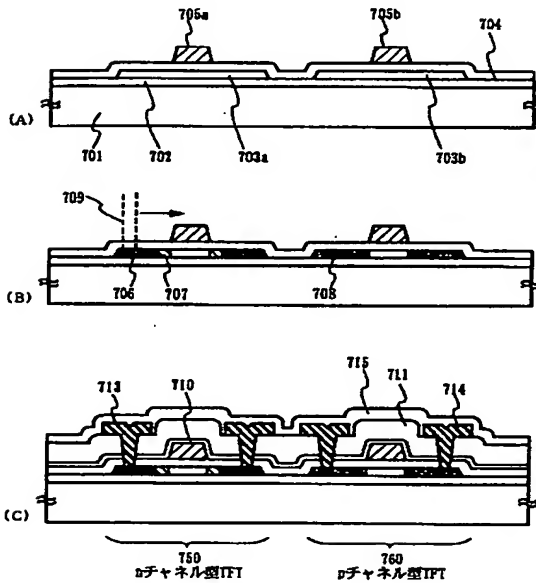
【図 9】



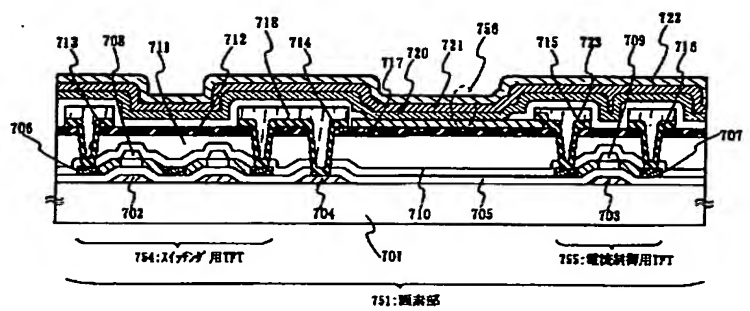
【図 10】



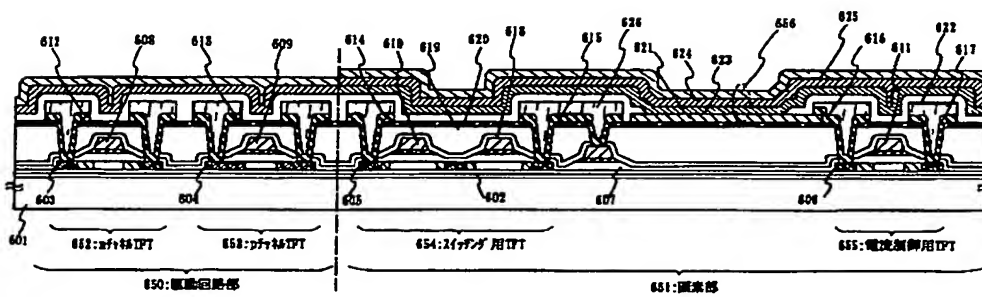
【図 11】



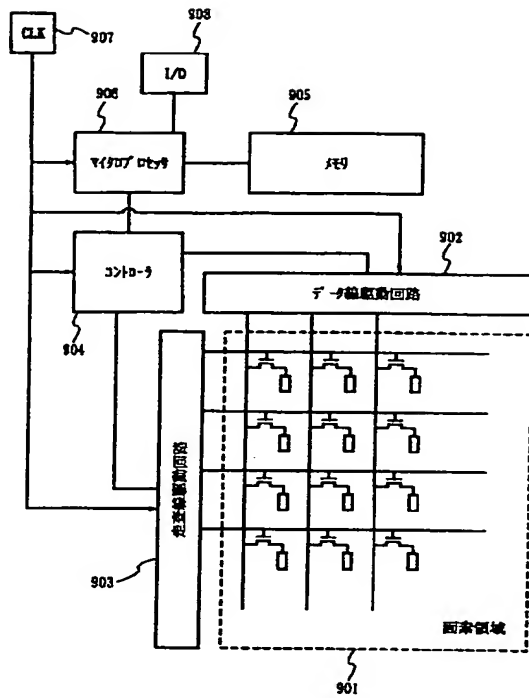
【図 13】



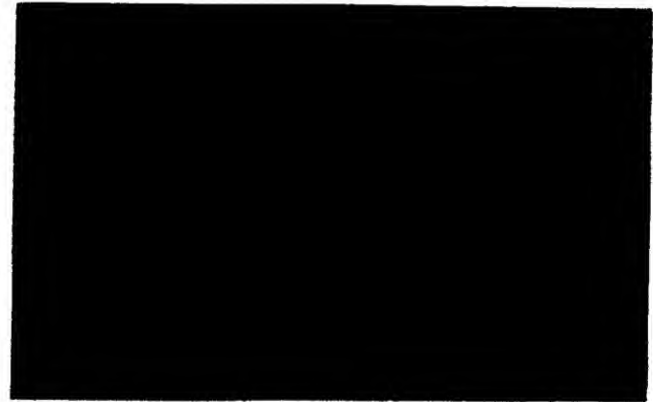
【図 12】



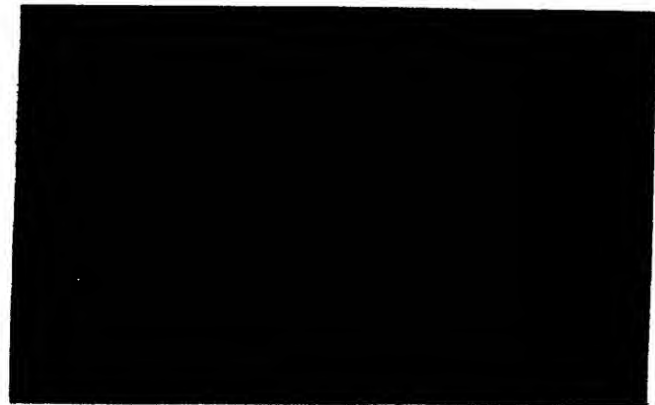
【図 14】



【図 15】

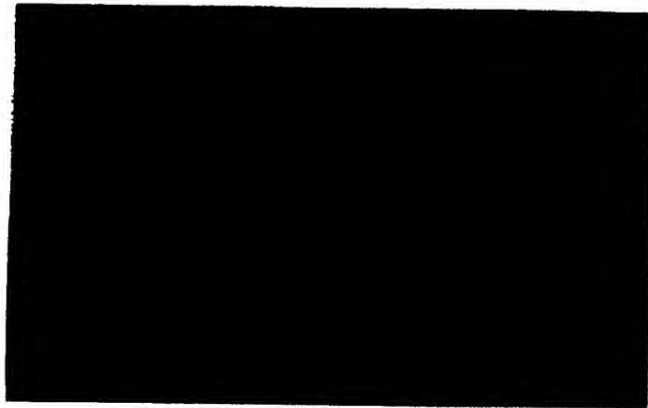


(A) 1cm/sec ×50

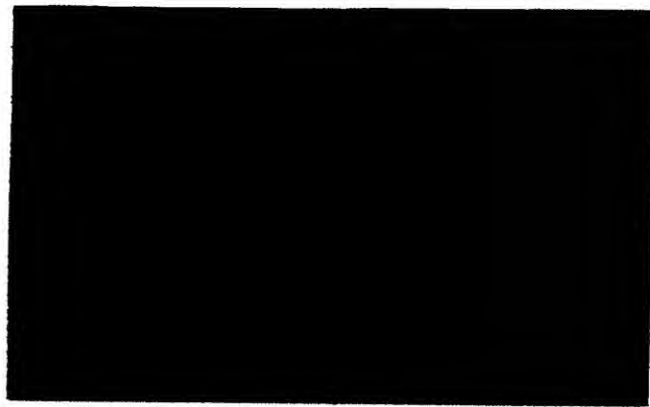


(B) 5cm/sec ×50

【図 16】

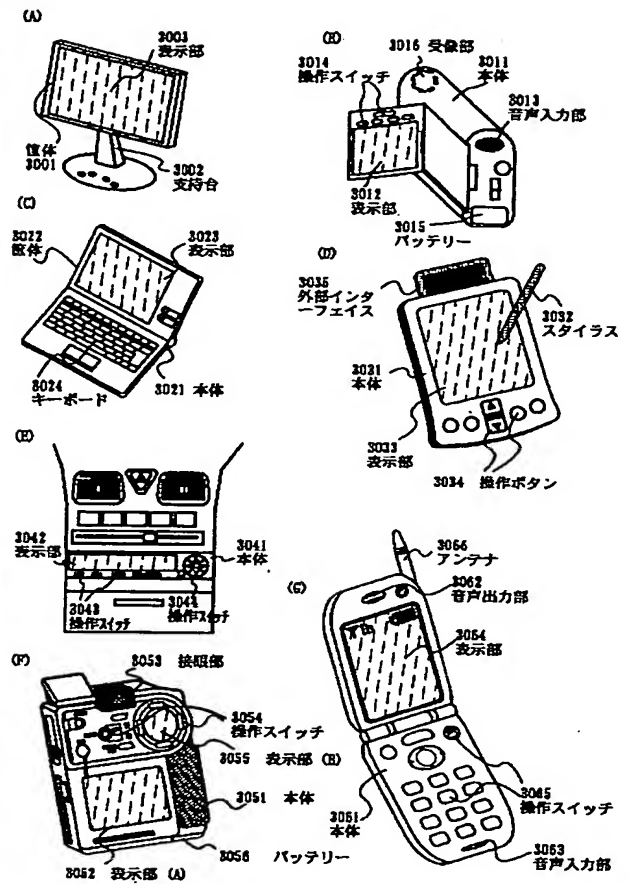


(A) 10cm/sec ×50

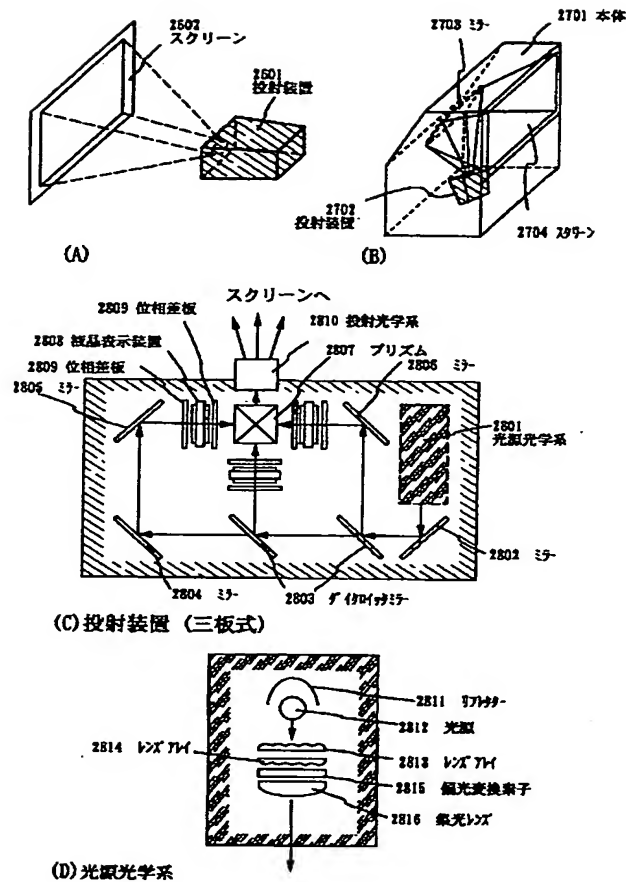


(B) 20cm/sec ×50

【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72) 発明者 山崎 舜平  
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

Fターム(参考) 2H092 JA24 JA28 KA05 MA08 MA27  
MA30 NA21 NA24  
5F052 AA02 AA11 BA01 BA02 BA04  
BB02 BB04 DA02 DA03 DA10  
DB03 EA16 FA06 FA19 HA01  
JA01  
5F110 AA30 BB02 BB04 CC02 CC08  
DD02 DD15 EE03 EE04 EE34  
FF02 FF30 GG01 GG02 GG13  
GG17 GG25 GG32 GG34 GG45  
HJ12 HJ13 HJ23 HL03 HL04  
HM15 NN03 NN12 NN22 NN23  
NN24 NN27 NN72 PP03 PP05  
PP06 PP24 PP34 PP35 QQ19  
QQ28